

(19)日本国特許庁 (J P)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-293026

(43)公開日 平成10年(1998)11月4日

(51)Int.Cl. ⁹	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G01C 11/06			G01C 11/06	
11/02			11/02	
G03B 35/00			G03B 35/00	Z
37/00			37/00	A
H04N 5/225			H04N 5/225	Z
			審査請求 未請求 請求項の数11	F D (全12頁)

(21)出願番号 特願平9-260884

(22)出願日 平成9年(1997)9月9日

(31)優先権主張番号 特願平9-48596

(32)優先日 平9(1997)2月18日

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000000527

旭光学工業株式会社

東京都板橋区前野町2丁目36番9号

(72)発明者 木田 敦

東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光学工業株式会社内

(72)発明者 中山 利宏

東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光学工業株式会社内

(72)発明者 金子 敦美

東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光学工業株式会社内

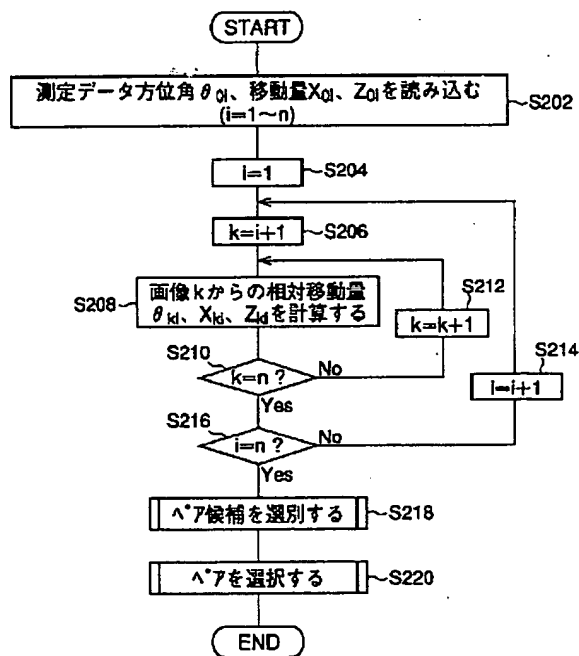
(74)代理人 弁理士 松浦 孝

(54)【発明の名称】画像選択装置およびこの画像選択装置を備えたカメラ

(57)【要約】

【課題】 被写体を撮影した複数の画像の中から、被写体の座標を得る画像ペアを選択する。

【解決手段】 カメラによって被写体を異なる方向から撮影しn枚の画像を得る。カメラはカメラ本体の方位角 θ_{ii} と、水平面の2次元座標における移動量 x_{ii} 、 z_{ii} とを測定・演算し、位置データとして画像と共にメモリカードに記録する。画像ペア選択装置は、ステップS202において位置データ θ_{ii} 、 x_{ii} 、 z_{ii} ($i=1 \sim n$)を読み込む。ステップS208においてある画像を基準画像iとし、他の画像kの相対角 θ_{ki} と相対移動量 x_{ki} 、 z_{ki} を求める。この相対角 θ_{ki} と相対移動量 x_{ki} 、 z_{ki} を用いて画像ペアとなりうるペア候補を選別する(ステップS218)。ステップS220においてペア候補の中から被写体の3次元座標を得るのに最適な画像を画像ペアにする。これらの処理はn枚の全ての画像において総当たり式に行なう。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 の軸に関するカメラ本体の回転角を測定する回転角検出手段と、
前記第 1 の軸に垂直な平面内における前記カメラの移動量を得る移動量検出手段と、
同一の被写体を含み、前記平面内の相互に異なる撮影位置においてそれぞれ得られる複数の被写体像を画像情報として記録する画像記録手段と、
前記被写体の座標を得るための一組の画像を、前記回転角と前記移動量とに基づいて前記複数の画像から選択する画像選択手段とを備えたことを特徴とする画像選択装置。

【請求項 2】 前記第 1 の軸が鉛直方向に延びることを特徴とする請求項 1 に記載の画像選択装置。

【請求項 3】 前記平面が水平面であることを特徴とする請求項 1 に記載の画像選択装置。

【請求項 4】 前記移動量が、第 1 の軸にカメラ中心で直交し光軸方向に延びる第 2 の軸に関する移動量と、第 1 および第 2 の軸と直交する第 3 の軸に関する移動量とにより表されることを特徴とする請求項 1 に記載の画像選択装置。

【請求項 5】 前記回転角検出手段が方位角センサを備えることを特徴とする請求項 2 に記載の画像選択装置。

【請求項 6】 前記移動量検出手段がカメラ本体の第 2 および第 3 の軸に関する加速度を測定する加速度センサを備え、前記移動量が前記加速度を時間で積分することにより求められることを特徴とする請求項 4 に記載の画像選択装置。

【請求項 7】 前記回転角と前記移動量とが、撮影時に画像とともに記録されることを特徴とする請求項 1 に記載の画像選択装置。

【請求項 8】 同一の被写体を含み、所定の第 1 の軸に垂直な平面内における相互に異なる撮影位置においてそれぞれ記録された記録画像情報が入力される第 1 の入力手段と、
前記複数の記録画像のうちの所定の記録画像の撮影位置に対する他の記録画像の撮影位置の変位量情報が入力される第 2 の入力手段と、
前記複数の記録画像のうちの所定の記録画像の撮影位置に対する他の記録画像の撮影位置の前記第 1 の軸周りの回転角情報が入力される第 3 の入力手段と、
前記記録画像情報と前記変位量情報と前記回転角情報とに基づいて、前記複数の記録画像から、前記被写体の座標を得るための一組の記録画像を選択する画像選択手段とを備えたことを特徴とする画像選択装置。

【請求項 9】 鉛直方向に延びる第 1 の軸に関するカメラ本体の回転角を測定する回転角検出手段と、
水平面における前記カメラ本体の移動量を得る移動量検出手段と、
同一の被写体を含み、前記平面内の相互に異なる撮影位

置においてそれぞれ得られる複数の被写体像を画像情報として記録する画像記録手段と、

前記回転角と前記移動量とにより、複数の画像から被写体の座標を得るための画像ペアを選択する画像選択手段とを備えたことを特徴とするカメラ。

【請求項 10】 前記画像ペアの情報が、前記カメラ本体に着脱可能な記録媒体に記録されることを特徴とする請求項 9 に記載のカメラ。

【請求項 11】 前記画像ペアの情報が、前記カメラ本体の表示部に表示されることを特徴とする請求項 9 に記載のカメラ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば写真測量に用いられる画像選択装置およびこの画像選択装置を備えたカメラに関する。

【0002】

【従来の技術】従来交通事故調査などで行なわれる写真測量において、例えば被写体は銀塩フィルムを用いたカメラ、あるいは電子スチルカメラにより色々な角度から撮影され、その中の 2 枚の記録画像における被写体の 2 次元座標から、共線方程式などを用いた演算により被写体の 3 次元座標が得られる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】従来は多数の画像の中から、演算に使用するための画像のペアを選別する作業は、人の手によって行なわれていた。しかし、多数の画像から選別する作業は煩雑であり、時間がかかるという問題がある。

【0004】本発明は、このような問題に鑑みてなされたものであり、画像のペアを選別する画像選別装置を提供することが目的である。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明による画像選択装置は、第 1 の軸に関するカメラ本体の回転角を測定する回転角検出手段と、第 1 の軸に垂直な平面内におけるカメラの移動量を得る移動量検出手段と、同一の被写体を含み、平面内の相互に異なる撮影位置においてそれぞれ得られる複数の被写体像を画像情報として記録する画像記録手段と、被写体の座標を得るための一組の画像を、回転角と移動量とに基づいて複数の画像から選択する画像選択手段とを備えたことを特徴としている。

【0006】画像選択装置において、好ましくは、第 1 の軸が鉛直方向に延びる。

【0007】画像選択装置において、好ましくは、平面が水平面である。

【0008】画像選択装置において、好ましくは、移動量が、第 1 の軸にカメラ中心で直交し光軸方向に延びる第 2 の軸に関する移動量と、第 1 および第 2 の軸と直交する第 3 の軸に関する移動量とにより表される。

【0009】画像選択装置において、好ましくは、回転角検出手段が方位角センサを備える。

【0010】画像選択装置において、好ましくは、移動量検出手段がカメラ本体の第2および第3の軸に関する加速度を測定する加速度センサを備え、移動量が加速度を時間で積分することにより求められる。

【0011】画像選択装置において、好ましくは、回転角と移動量とが、撮影時に画像とともに記録される。

【0012】また本発明による画像選択装置は、同一の被写体を含み、所定の第1の軸に垂直な平面内における相互に異なる撮影位置においてそれぞれ記録された記録画像情報が入力される第1の入力手段と、複数の記録画像のうちの所定の記録画像の撮影位置に対する他の記録画像の撮影位置の変位量情報が入力される第2の入力手段と、複数の記録画像のうちの所定の記録画像の撮影位置に対する他の記録画像の撮影位置の第1の軸周りの回転角情報が入力される第3の入力手段と、記録画像情報と変位量情報と回転角情報とに基づいて、複数の記録画像から、被写体の座標を得るための一組の記録画像を選択する画像選択手段とを備えたことを特徴とする。

【0013】また本発明によるカメラは、鉛直方向に延びる第1の軸に関するカメラ本体の回転角を測定する回転角検出手段と、水平面におけるカメラ本体の移動量を得る移動量検出手段と、同一の被写体を含み、平面内の相互に異なる撮影位置においてそれぞれ得られる複数の被写体像を画像情報として記録する画像記録手段と、回転角と移動量とにより、複数の画像から被写体の座標を得るための画像ペアを選択する画像選択手段とを備えたことを特徴とする。

【0014】カメラにおいて、好ましくは、画像ペアの情報がカメラに着脱可能な記録媒体に記録される。

【0015】カメラにおいて、好ましくは、画像ペアの情報がカメラの表示部に表示される。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明による画像選択装置の実施形態について添付図面を参照して説明する。

【0017】まず本実施形態における写真測量について述べる。写真測量では、まず被写体が異なる方向から n 枚 ($n \geq 2$) 撮影される。このとき撮影時のカメラ位置、即ち撮影地点の2次元移動距離 (x_i, z_i) ($i = 1 \sim n$)、およびカメラ光軸方向の方位 θ_i は、カメラ内に設けられた加速度センサおよび地磁気測定器により測定および演算が行なわれ、記憶される。なお原点はカメラの電源を入れた直後の地点とし、 z 軸は水平面におけるカメラの光軸方向とする。

【0018】次に後述する画像ペア選択装置(画像選択装置)を用いて、 n 枚の撮影画像から最適画像ペアとなりうる2枚の画像が選出される。なお本実施形態ではカメラ内に画像ペア選択装置を備えることとする。その後、この選出された2枚の画像における被写体の2次

元座標から、例えば共線方程式などを用いて被写体の3次元座標が求められる。被写体の3次元座標が得られた後、図面化(水平面における2次元化)等が行なわれる。

【0019】図1～図5を参照して、2枚の画像に基づいて被写体の3次元座標を求める処理、及び図面化処理について説明する。図1は、カメラ10と、被写体である立方体102と、ターゲット100との位置関係を示す図である。カメラ10は立方体102とターゲット100が両方写るように2方向から撮影される。第1及び第2のカメラ位置は、それぞれ撮影レンズの後側主点位置 M_1, M_2 で示され、その光軸方向はそれぞれ O_1, O_2 で示される。なお、第1のカメラ位置 M_1 は実線で示され、第2のカメラ位置 M_2 は破線で示される。

【0020】ターゲット100は、長さ L の正三角形の頂点に位置する3点 P_1, P_2, P_3 を有している。これらの点 P_1, P_2, P_3 により、図中ハッチングで示される正三角形を含む平面が定義される。このように定義された平面に基づいて図面化が行われるので、これら3点を基準点とし、3つの基準点 P_1, P_2, P_3 により定義される平面を基準平面、長さ L の正三角形を基準形状とする。このターゲット100の基準点 P_i の数は3点に限られることはなく、3点以上でもよい。また基準形状は正三角形に限られず、各点の相対位置関係が正確な形状を有しておればよい。

【0021】図2(a)及び図2(b)は、図1に示す2つのカメラ位置 M_1, M_2 からそれぞれ撮影されたときの画像である。図2(a)で示す画像1において、撮像中心 c_1 を原点とする2次元直交座標系である第1の写真座標系 (x_1, y_1) が画像上に設定される。この第1の写真座標系 (x_1, y_1) において、基準点 P_1 の像点は $p_{11}(p_{x_{11}}, p_{y_{11}})$ で示され、基準点 P_2, P_3 はそれぞれ像点 $p_{21}(p_{x_{21}}, p_{y_{21}})$, $p_{31}(p_{x_{31}}, p_{y_{31}})$ で示される。同様に、図2(b)で示す画像2の第2の写真座標系 (x_2, y_2) における基準点 $P_1 \sim P_3$ の像点は、それぞれ $p_{12}(p_{x_{12}}, p_{y_{12}})$, $p_{22}(p_{x_{22}}, p_{y_{22}})$, $p_{32}(p_{x_{32}}, p_{y_{32}})$ で示される。

【0022】図3は、カメラと2枚の画像、およびターゲットとの位置関係を3次元的に示す図である。図2に示された2枚の画像から立方体の3次元座標を求めるためには、ある3次元の基準座標系を設定し、この基準座標系における2枚の画像の位置を定めることが必要である。第1のカメラ位置 M_1 を原点とし、光軸 O_1 方向を Z 軸とする右手系の3次元直交座標系 (X, Y, Z) を基準座標系と定め、第2のカメラ位置 M_2 の位置をこの基準座標で表す。即ち第2のカメラ位置 M_2 は、第1のカメラ位置に対する変位量 (X_0, Y_0, Z_0)、および光軸 O_1 に対する回転角 (α, β, γ) で示される。

【0023】基準座標系における基準点 P_i ($i = 1 \sim$

3) の3次元座標 (PX_i , PY_i , PZ_i) は、例えば基準点と、その像点と、撮影レンズの後側主点位置とが一直線上にあることを利用した共線方程式 (1) 式) を用いて求められる。なお、(1) 式におけるCは主点距離、即ち焦点距離であり、2枚の画像において同一であることとする。主点距離Cは、図3では撮影レン

ズの後側主点位置 M_i と撮像中心 c_i との距離、あるいは撮影レンズの後側主点位置 M_i と撮像中心 c_i との距離である。

【0024】

【数1】

$$\left. \begin{aligned} PX_j &= (PZ_j - Z_o) \frac{a_{11}px_{ij} + a_{21}py_{ij} - a_{31}C}{a_{13}px_{ij} + a_{23}py_{ij} - a_{33}C} + X_o \\ PY_j &= (PZ_j - Z_o) \frac{a_{12}px_{ij} + a_{22}py_{ij} - a_{32}C}{a_{13}px_{ij} + a_{23}py_{ij} - a_{33}C} + Y_o \end{aligned} \right\} (1)$$

($i=1\sim 2, j=1\sim 3$)

$$\begin{aligned} a_{11} &= \cos \beta \cdot \sin \gamma \\ a_{12} &= -\cos \beta \cdot \sin \gamma \\ a_{13} &= \sin \beta \\ a_{21} &= \cos \alpha \cdot \sin \gamma + \sin \alpha \cdot \sin \beta \cdot \cos \gamma \\ a_{22} &= \cos \alpha \cdot \cos \gamma - \sin \alpha \cdot \sin \beta \cdot \sin \gamma \\ a_{23} &= -\sin \alpha \cdot \cos \beta \\ a_{31} &= \sin \alpha \cdot \sin \gamma + \cos \alpha \cdot \sin \beta \cdot \cos \gamma \\ a_{32} &= \sin \alpha \cdot \cos \gamma + \cos \alpha \cdot \sin \beta \cdot \sin \gamma \\ a_{33} &= \cos \alpha \cdot \cos \beta \end{aligned}$$

【0025】図5のフローチャートに沿って2枚の画像から平面図を得るステップを説明する。これらのステップは、例えば外部のコンピュータ (図示しない) により行なわれる。

【0026】まず処理がスタートすると、ステップS502で (1) 式における未知変数、即ち基準座標系 (X, Y, Z) における第2のカメラ位置 (X_o, Y_o, Z_o) 及び光軸 O_i の光軸 O_i に対する回転角 (α, β, γ) には、0でない適当な数値が与えられる。ステップS504では、前述したように2つの画像における基準点 P_i の各像点がペアに指定される。即ち画像1における基準点 P_i の像点 p_{1i} と、画像2における基準点 P_i の像点 p_{2i} とがペアとなり、この2つの像点 p_{1i} 及び p_{2i} の位置はそれぞれの写真座標系 (x_i, y_i) で表される (図2参照)。基準点 P_i, P_i についても同様に像点のペア p_{1i} と p_{2i} 、 p_{1i} と p_{2i} が指定される。

【0027】次にステップS506において初期値を1とする変数 k が与えられる。ステップS508では、2枚の画像に共通して写る任意の物点、例えば図1に示す立方体の頂点 Q_i ($k=1$) を決定する。そして物点 Q_i の画像1 (図2(a)参照) における像点を q_{1i} 、画像2 (図2(b)参照) における像点を q_{2i} とし、この2点をペアに指定する。

【0028】ステップS510において、共線方程式を

例えば逐次近似解法などの手法を用いて解き、基準点 P_i ($i=1\sim 3$) の3次元座標 (PX_i, PY_i, PZ_i)、および物点 Q_i の3次元座標 (QX_i, QY_i, QZ_i) を求める。逐次近似解法とは、前述の共線方程式において6つの未知変数 $X_o, Y_o, Z_o, \alpha, \beta, \gamma$ に初期値を与え、この初期値の周りにテーラー展開して線形化し、最小二乗法により6つの未知変数の補正量を求める手法である。この手法により6つの未知変数のさらに誤差の少ない近似値が求められる。

【0029】上述のように基準座標系 (X, Y, Z) における基準点 P_i ($i=1\sim 3$) の3次元座標 (PX_i, PY_i, PZ_i) は、2つの写真座標 p_{1i} (px_{1i}, py_{1i})、 p_{2i} (px_{2i}, py_{2i}) から変換されると同時に、 $X_o, Y_o, Z_o, \alpha, \beta, \gamma$ の近似値が求められる。また物点 Q_i の3次元の基準座標 (QX_i, QY_i, QZ_i) も、2つの写真座標 q_{1i} (qx_{1i}, qy_{1i})、 q_{2i} (qx_{2i}, qy_{2i}) から求められる。

【0030】ステップS512では、座標値による距離を実際の距離に補正するための補正係数 m を求める。以上のステップで求められた基準点 P_i ($i=1\sim 3$) の3次元座標 (PX_i, PY_i, PZ_i) 及び物点 Q_i の3次元の基準座標 (QX_i, QY_i, QZ_i) の各数値は、第1のカメラ位置 M_i を原点とする基準座標系

(X, Y, Z) に基づいて算出される座標値である。従って各点の相対間距離しか求められず、作図のためには

実際の点間距離に変換する必要がある、これは座標値に補正倍率を掛け合わせることににより求められる。

【0031】ここで基準形状を備えたターゲット100が用いられる。この演算には既知の長さが必要であり、ここでターゲット100の基準点 P_1 と P_2 との距離が用いられる。即ち、基準座標系 (X, Y, Z) における P_1 と P_2 の距離を L' (図3参照)とすると、 P_1 と P_2 の実際の距離はターゲット100の一辺の長さ L であることから、 L' と L との間には次の関係式が成り立つ。

【0032】 $L = L' \times m$ (m :補正倍率)

【0033】ステップS514では、上式で求められた補正倍率 m を用いて実際の点間距離にスケーリングされる。

【0034】ステップS516では、基準座標系 (X, Y, Z) から基準平面上に原点を有する座標系 (X', Y', Z') へ、座標変換が行われる。3次元座標系 (X', Y', Z') は、図4に示すように P_1 と P_2 を結ぶ直線を X 軸とし、基準平面 P_s を $X-Z$ 平面に設定される。この場合基準点 P_1 を原点として基準点 P_2 、 P_3 および物点 Q_1 が基準座標系から座標変換される。なお、原点は基準平面 P_s 内であれば任意の点でも構わない。この座標変換は公知の変換、例えばベクトル変換などを用いて行なわれる。

【0035】ステップS518では、例えば $X-Z$ 平面図が図示しないモニタなどに表示され、この $X-Z$ 平面図上に基準点 $P_1 \sim P_3$ とともに物点 Q_1 が図示される。なお、特に $X-Z$ 平面図に限定されることはなく、 $X-Y$ 平面図あるいは立体斜視図をモニタ表示してもよい。

【0036】ステップS520ではベア指定を継続するか否か、即ちさらに別の物点の3次元座標を求めるか否かを判定する。ベア指定を継続しない場合は処理が終了する。さらにベア指定を行なう場合はステップS522において k が1つカウントされ、ステップS508から再実行される。

【0037】このように任意の物点 Q_1 の数、即ち k の回数分だけステップS508からステップS522まで繰り返し行なわれ、 k 個の物点 Q_1 は基準平面 P_s を基にした3次元座標がそれぞれ求められて、モニタ上に図示される。なお物点 Q_1 の数 k は、 $X_0, Y_0, Z_0, \alpha, \beta, \gamma$ を誤差の少ない値に近似するために最低2つ(基準点の3点と合わせて5点)必要であり、2つ以上が好ましい。

【0038】2枚の画像から被写体の3次元座標を求める、あるいは被写体を図面化するには、以上のような処理が必要である。本発明の画像ベア選択装置及び画像ベア選択装置を備えたカメラは、撮影時に得られた多数枚の画像の中から、この被写体の図面化に最も適した2枚の画像を選択する。

【0039】次に図6から図9を参照して、本実施形態であるカメラの構成および動作について説明する。図6にはカメラの外観図が示される。このカメラは、撮像素子(以下、CCDという)を用いた電子スチルカメラであり、撮像された画像は記録媒体に電氣的、あるいは磁氣的に記録されるものとする。

【0040】カメラ本体10の正面のほぼ中央には撮影光学系12が設けられる。撮影光学系12の右上方にはストロボ14が、左上方にはリリースボタン16が設けられる。カメラ本体10の上面の中央にはファインダ18が設けられ、このファインダ18の右側方にはカメラの状態を示すための、例えばLCDから成る表示装置20と最適ベア選択スイッチ22とが設けられ、左側方にはメインスイッチ78が設けられる。最適ベア選択スイッチ22は後述する最適ベア選択処理のための動作をONにするために設けられる。

【0041】カメラ本体10の側面にはスロット24が設けられ、このスロット24には記録媒体であるメモリカード30が着脱可能である。スロット24の近傍には排出スイッチ26が設けられ、この排出スイッチ26を押すことにより、スロット24内のメモリカード30を抜き取ることができる。さらにカメラ本体10の背面には図示しないモニタが設けられる。

【0042】図7はカメラの構成を示すブロック図である。システムコントロール回路50はマイクロコンピュータであり、本カメラの全体の制御はこのシステムコントロール回路50により行なわれる。撮影光学系12には複数のレンズ群のほか、絞り12aが設けられる。撮影光学系12の後方にはクイックリターンミラー15を介してCCD21(Charge Coupled Device; 撮像素子)が設けられる。クイックリターンミラー15の上方には、ファインダ光学系17のピント板17aが配設されている。クイックリターンミラー15はミラー駆動回路52に駆動され、ミラー駆動回路52はさらに露出制御回路54により制御される。露出制御回路54はシステムコントロール回路50から出力される指令信号に従って動作する。また露出制御時、露出制御回路54は測光センサ56からの出力信号を受ける。

【0043】クイックリターンミラー15は、通常ダウン位置(図中実線で示す傾斜状態)に定められ、撮影光学系12を通過した光をファインダ光学系17に導いている。撮影動作時、クイックリターンミラー15は露出制御回路54の制御に従い、ミラー駆動回路52により上方に回動せしめられ、アップ位置(図中破線で示す水平状態)に定められる。これにより、撮影光学系12を通過した光はCCD21の受光部に照射される。

【0044】システムコントロール回路50により、エリアセンサ駆動回路58を介してCCD21の受光部の電荷蓄積時間が制御されて露光動作が行なわれ、蓄積時間経過後、蓄積された電荷信号が撮像信号として読み出

される。読み出された撮像信号は、アンプ60により増幅された後、A/D変換器62によってデジタル信号に変換され、画像処理回路64に入力される。

【0045】カメラ内部には方位角センサ47と、2つの加速度センサ42、44とが設けられる。方位角センサ47により、地磁気方向を基にした方位データ、即ち鉛直方向に延びる第1の軸（以下Y軸という）に関するカメラ10の回転角が測定される。第1の加速度センサ42により、Y軸に垂直でありカメラ10の光軸方向に延びる第2の軸（以下Z軸という）に関するカメラ10の加速度が、所定の時刻毎に測定される。同様に第2の加速度センサ44により、Y軸及びZ軸に垂直な第3の軸（以下X軸という）に関するカメラ10の加速度が、所定の時刻毎に測定される。このように2つの加速度センサ42、44により、カメラ10移動時の加速度が時刻とともに逐次測定される。3つのセンサ42、44、47は、センサ制御回路41にそれぞれ接続され、このセンサ制御回路41により制御される。

【0046】センサ制御回路41は独自のメモリ40を有しており、このセンサ制御回路41によって、システムコントロール回路50からの指令に基づいた各センサの動作制御が行われる。それと同時に、センサ制御回路41には方位角センサ47から方位角データが、また加速度センサ42、44から加速度データとが入力される。センサ制御回路41では時刻とその時刻における加速度データとを用いて2回積分などの演算が行なわれ、カメラ10の位置データが求められる。センサ制御回路41により、これらの計測値および計測値から演算した値（位置データ）等はメモリ40に格納され、またシステムコントロール回路50と計測値及び位置データの授受が行なわれる。

【0047】3つのセンサ42、44、47の配置は、理想的にはカメラ10の撮影光学系12の後側主点位置と一致させることが望ましい。このため、メモリ40内には各センサ42、44、47の撮影光学系12の後側主点位置からのオフセット値が格納されている。そしてセンサ制御回路41は、各センサ42、44、47からの計測値をオフセット値を用いて、撮影光学系12の後側主点位置を基準とした計測値に補正演算し、計測値の精度を高めている。

【0048】画像処理回路64では、1画像分のメモリ容量を持つメモリ66と協動して表示用映像データが生成され、この表示用映像データはエンコーダ68へ出力される。エンコーダ68では、画像処理回路64から出力された表示用映像データに同期信号を付加処理するなどしてモニタ表示用映像信号が生成される。エンコーダ68から出力されたモニタ表示用映像信号はモニタ装置70に入力され、これによりモニタ装置70において撮影した静止画がモニタできる。

【0049】またシステムコントロール回路50によ

り、画像処理回路64からの1画像分の撮像データ、センサ制御回路41からの位置データ、および撮影日時、ファイル名、ペアとなりうる画像などの情報が記録制御回路72へ出力される。記録制御回路72では、これらの情報が結合されて所定の記録様式に沿った記録用データが生成され、この記録用データはメモリカード30に記録される。

【0050】メモリカード30はカメラ本体10から着脱自在であり、図示しない外部のコンピュータによって記録された撮像データが読み取られ、撮像データと位置データ等を読み取り、図面化、及びその補正などの各種演算処理が行なわれる。

【0051】システムコントロール回路50にはリリーススイッチ74と測光スイッチ76とが接続され、これらのスイッチの操作に従って撮影動作、および画素データ即ち撮像データの読み出し動作が行なわれる。またシステムコントロール回路50には、このカメラ10の種々の設定状態などを表示するための表示装置20と、ストロボ14の発光制御を行なうためのストロボ駆動回路57が接続されている。

【0052】次に図8のフローチャートを参照して、カメラの動作を説明する。ステップS102ではメインスイッチがONになると、システムコントロール回路50により初期動作テストが行なわれ、種々の装置の電氣的動作が正常に行なわれるかどうかチェックされる。システムコントロール回路50は、センサ制御回路41を介してデータメモリ40をクリアし、メモリ内の演算値を初期化する。

【0053】ステップS104では3つのセンサ42、44、47の動作が開始される。センサ制御回路41は、各種センサの計測値を表示装置20にモニタするとともに、計測値から現在のカメラの位置データを演算する。メインスイッチ投入直後の最初の演算値は、カメラの初期位置としてデータメモリ40に格納される。

【0054】ステップS106では、センサ制御回路41は、3つのセンサ42、44、47から入力される計測値と、先にメモリしたカメラの初期位置データとに基づいて、カメラの現在の位置データを逐次演算する。

【0055】ステップS108ではリリースボタン16が半押しされたか否かが判定される。半押しされなければステップS104から再び実行される。リリースボタン16が半押しされると測光スイッチ76がONになり、システムコントロール回路50による動作が開始される。ステップS110では測光センサ56によって被写体照度が測定され、露出制御回路54ではこの被写体照度に基づいて、適正な露光時間（電荷蓄積時間）が演算され、決定される。

【0056】ステップS112ではリリースボタン16が全押しされたか否かが判定される。全押しされなければステップS104から再実行される。リリースボタン

16 が全押しされるとステップ S 114 へ進み、リリーススイッチ 74 が ON し、CCD 21 の露光が開始される。

【0057】同時にセンサ制御回路 41 は、この動作指令により、リリース時におけるカメラ 10 の位置データ、即ち方位角 θ_{ii} 、移動量 x_{ii} 、 z_{ii} (i は変数) をデータメモリ 40 に記憶させる。露光はステップ S 106 において演算された露光時間に基づいて行なわれる。この時リリースボタン 16 は入力できないようにロックされる。

【0058】ステップ S 116 では、一定時間後 CCD 21 から画素データ即ち撮像データが読み出される。ステップ S 118 では読み出された撮像データと位置データ等の付加情報とが結合され、画像データとして例えば図 9 に示すような所定のフォーマットでメモリカード 30 に記録される。図 9 は 1 回の撮影における画像データである。ヘッダ部には画像名、シャッタースピード、レンズ焦点距離などの撮影条件、撮影日時、測定値による位置データが順に書き込まれ、その後に撮像データが書き込まれる。撮像データの後は予備のスペースが設けられる。この予備のスペースには、後述する最適ペア選択処理にて 2 画像が決定した後、最適ペアとして選択されたことを示す識別情報を記録するのに利用される。

【0059】またデータ記録と同時に画像データは表示装置 20 に表示される。この画像データは一定時間後あるいはリリースボタン 16 が半押しされるまで表示される。ステップ S 120 でリリーススイッチのロックが解除される。

【0060】ステップ S 122 では電源が切断されたか否かが判定される。電源が切断されると動作は終了するが、電源が切断されなければステップ S 104 から再び実行される。

【0061】すなわち、電源が ON であればカメラ 10 の移動量は、測定値により常時演算され続ける。リリースボタン 16 が全押しされたときに、撮影時のカメラの位置データが撮像データとともに記録される。

$$\begin{pmatrix} x_{ki} \\ z_{ki} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \theta_{0i} & -\sin \theta_{0i} \\ \sin \theta_{0i} & \cos \theta_{0i} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_{0k} \\ z_{0k} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} x_{0i} \\ z_{0i} \end{pmatrix} \quad (2)$$

$$\theta_{ki} = \theta_{0k} - \theta_{0i}$$

【0067】ステップ S 210 で $k=n$ か否かが判定され、 $k=n$ でなければステップ S 212 において k が 1 カウントされ、ステップ S 208 が再実行される。即ちステップ S 208 からステップ S 212 までが $k=n$ になるまで繰り返して行われる。 $k=n$ になるとステップ S 216 で $i=n$ か否かが判定される。 $i=n$ でなければステップ S 214 で i が 1 カウントされ、ステップ S

【0062】このように撮影が行なわれ、 n 枚の画像 ($n \geq 2$) が、位置データ θ_{ii} 、 x_{ii} 、 z_{ii} ($i=1 \sim n$) と共にメモリカード 30 に記録される。次に記録された位置データに基づいて、 n 枚の中から 2 枚の画像が一組のペアとして選択され、図面化が行なわれる。

【0063】図 10 は、最適画像ペア選択処理を示すフローチャートである。本実施形態では最適画像ペア選択処理はカメラ内のシステムコントロール回路 50 が行うものとする。処理がスタートし、まずステップ S 202 において n 個の位置データ、即ち画像 i の方位角 θ_{ii} 、移動量 x_{ii} 、 z_{ii} ($i=1 \sim n$) がメモリカード 30 から画像選択装置に読み込まれる。

【0064】ステップ S 204 からステップ S 214 では、基準画像 i を基準座標として他の画像 k ($i+1 \leq k \leq n$) が総当たり形式に比較される。即ちステップ S 204 において変数 i の初期値を 1 とし、ステップ S 206 で変数 k を ($i+1$) とする。次にステップ S 208 では、基準画像 i を基準として比較画像 k の座標変換が行なわれ、比較画像 k の相対移動量 x_{ii} 、 z_{ii} と、相対角 θ_{ii} が (2) 式により求められる。なおこの相対移動量 x_{ii} を左右移動量とし、相対移動量 z_{ii} を前後移動量とする。

【0065】なお、図 13 (a) に示すように、基準画像 i の撮影地点を M_i とし、撮影光学系 12 の光軸方向を Z 軸とし、 Z 軸に直交する軸を X 軸とする。なお、 Z 軸において後側主点位置よりも物点側に向かう方向を正方向と定める。光軸方向を正の Z 軸方向、相対角 θ_{ii} は Z 軸から時計回りの角度 ($0 \leq \theta_{ii} < 360^\circ$) で表される。また図 13 では撮影地点 M_i における光軸方向が太実線の矢印 V_i で示され、撮影地点 M_k における光軸方向が太破線の矢印 V_k で示される。なお図 13 の

(a) ~ (j) において、撮影地点 M_k 、光軸 V_k は条件に当てはまる一例を記載している。

【0066】

【数 2】

06 から再実行される。

【0068】このように、画像 1 に対する画像 k ($2 \sim n$) の移動量 x_{ii} 、 z_{ii} 、相対角 θ_{ii} が求められると、次に画像 2 に対する画像 k ($3 \sim n$) の移動量 x_{ii} 、 z_{ii} 、相対角 θ_{ii} が求められ、順に画像 i が 1 ずつカウントされて画像 n になるまで演算される。 $i=n$ になると移動量と相対角の演算は終了し、ステップ S 218 でベ

ア候補を選別する処理が行われる。

【0069】次に図11～図13を参照して、ペアとなりうる候補を選別するステップ(図10のステップS218)について説明する。図11、図12は処理流れを示すフローチャートであり、図13は処理流れを座標で表した図である。2つの画像の光軸が交わることを交会するといひ、光軸の交点が両方の撮影地点の前方にあるとき、2つの光軸は前方交会するという。ペア候補を選別するステップは2つの画像において、それぞれの光軸が前方交会するか否かが判定される。

【0070】ステップS302では変数 i の初期値を1とし、ステップS304では変数 k は $(i+1)$ とする。ステップS306では(2)式により求められた相対角 θ_{ii} が 90° 未満か、または 270° 以上 360° 未満であるか否かが判定される。

【0071】なお以下、相対角 θ_{ii} が上述の範囲内の場合光軸 V_k は正位置にあるとし、相対角 θ_{ii} の絶対値が 90° 以上 270° 未満の場合光軸 V_k が逆位置にあるとする。図13(a)で示されるように、正位置の範囲は細実線の矢印で示され、逆位置の範囲は細破線の矢印で示される。図13(a)において V_k の始点は便宜的に撮影位置 M_i 上に設定している。光軸 V_k が正位置であればステップS308が実行され、光軸 V_k が逆位置であればステップS326が実行される。

【0072】ステップS308では相対角 θ_{ii} が 90° 未満か否かが判定される。図13(b)の細実線の矢印で示すように、相対角 θ_{ii} が 90° 未満であればステップS310が実行される。上述の範囲内でない場合、即ち図13(c)の細実線の矢印で示すように相対角 θ_{ii} が 270° 以上 360° 未満であればステップS312 30が実行される。

【0073】ステップS310では左右移動量 x_{ii} が負か否か、即ち撮影地点 M_k が撮影地点 M_i より左方にあるか否かが判定される(図13(d)参照)。逆にステップS312では左右移動量 x_{ii} が正か否か、即ち撮影地点 M_k が撮影地点 M_i より右方にあるか否かが判定される(図13(e)参照)。ステップS310、312において判定がYesであればステップS314が実行され、判定がNoであればステップS318が実行される。

【0074】ステップS310、312において判定がYesであれば光軸 V_i と V_k は前方交会すると判定されるが、実際には前方交会して撮影位置 M_i と M_k が極端に離れていると実際の画像上では一致しないことがある。このためステップS314でさらに撮影位置 M_i と M_k の範囲を条件に加える。

【0075】ステップS314では前後移動量 z_{ii} の絶対値が3メートル未満であるか否か、即ち撮影地点 M_k の撮影地点 M_i からの前後移動距離が3メートル未満であるか否かが判定される(図13(f)、(g)参

照)。3メートル未満であれば、ステップS316に進み画像 k は画像 i のペア候補に決定される。前後移動量 z_{ii} が3メートル以上であればステップS318が実行される。

【0076】ステップS306において光軸 V_k が逆位置にあるとき、即ち相対角 θ_{ii} が 90° 以上 270° 未満の場合(図13(h)参照)、図12のステップS326が実行され、左右移動量 x_{ii} の絶対値が3メートル未満であるか否かが判定される。図13(i)に示すように、左右移動量 x_{ii} の絶対値が3メートル未満であればステップS328において前後移動量 z_{ii} が正であるか否かが判定される。図13(j)に示すように、前後移動量 z_{ii} が正であればステップS316が実行され、画像 k は画像 i のペア候補に決定される。

【0077】ステップS318では、 k が n か否かが判定され、 n でなければステップS320で k が1カウントされてステップS306から再び実行される。ステップS318において k が n のとき、ステップS322で i が n か否かが判定され、 n でなければステップS324で i が1カウントされてステップS304から再び実行される。ステップS322で $i=n$ であれば、ペア候補を選別するステップは終了する。

【0078】以上の様に、ペア候補の選別は画像 i ($i=1$)と画像 k ($k=2\sim n$)とが比較され、画像1に対するペア候補 m 枚($m<n$)が選別される。次に画像2と画像3～画像 n 、画像3と画像4～画像 n と、 i が n になるまで繰り返され、ペア候補が選別される。

【0079】次に図14を参照して、ペア候補の中から最適なペア(最適な2画像)を選択するステップ(図10のステップS220)について述べる。ステップS402で変数 i に初期値1が与えられる。ステップS404では、基準画像 i に対してペアとなり得る画像(以下、ペア候補画像という)を m 枚とする。ステップS406では、ペア候補画像が複数枚あるか否か、即ち m が2以上であるか否かが判定される。ペア候補画像が複数枚なければ、即ち $m=1$ であればステップS412に進み、単一のペア候補画像が最適ペアとなる。ペア候補画像が複数枚あるときはステップS408に進む。

【0080】ステップS408では、ペア候補画像の中に光軸が正位置の画像と逆位置の画像とが混合しているか否かが判定される。光軸が正位置・逆位置が混合していない、即ち光軸が正位置の画像のみか、あるいは光軸が逆位置の画像のみしか存在しない場合、ステップS412に進む。光軸が正・逆位置の画像が混合している場合、ステップS410に進み、さらに光軸が正位置の画像が選択され、ステップS412に進む。

【0081】ステップS412では、相対角が最大のペア候補画像が基準画像 i の最適画像ペアとして選ばれる。ステップS414では $i=n$ か否かが判定され、 $i=n$ でなければステップS416で i が1カウントされ

てステップS404から再実行される。 $i = n$ であれば最適ペアを選択する処理が終了し、図10に戻って画像ペア選択装置における最適画像ペア選択処理は全て終了する。

【0082】以上の様に、最適ペアの選択は画像 i ($i = 1$) のペア候補 m 枚 ($m < n$) の中から最適ペアが選別される。次に画像2のペア候補、画像3のペア候補と、 i が n になるまで繰り返され、最適ペアが選択される。

【0083】以上のように、被写体の撮影時において撮像データとともにカメラの位置データ、及びペアとして対応する画像の画像番号などの識別情報が同時に記録され、画像ペア選択装置による演算により、多数の撮影画像から最適ペアの画像を容易に選び出すことができ、被写体の図面化が容易かつ短時間でできる。

【0084】なお本実施形態では画像ペア選択装置は、カメラ内に設けられたが、カメラの外部のコンピュータに設け、最適ペアを外部の表示装置に表示してもよい。

【0085】

【発明の効果】本発明によると、画像のペアを容易に選別できるペア選択装置が得られる。

【図面の簡単な説明】

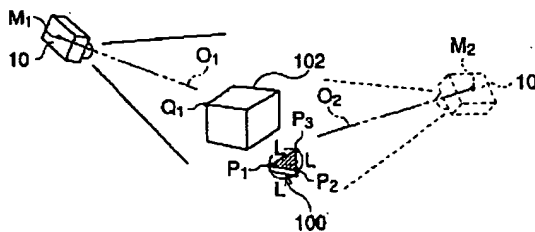
【図1】カメラとターゲットと被写体との位置関係を示す斜視図である。

【図2】第1及び第2のカメラ位置から撮影したときの画像を示す図である。

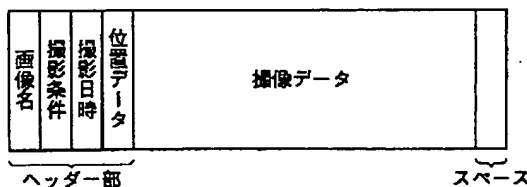
【図3】基準点とその像点と撮影レンズの後側主点位置との位置関係を3次元座標で示す図である。

【図4】基準形状を含む平面に基づく3次元座標を示す図である。

【図1】



【図9】



【図5】2枚の画像から被写体の平面図を得るステップを示すフローチャートである。

【図6】図1に示すカメラの外観図である。

【図7】図6に示すカメラの回路構成を示すブロック図である。

【図8】図6に示すカメラの動作のフローチャートを示す図である。

【図9】画像データのフォーマットを示す図である。

【図10】本発明の実施形態である画像ペア選択装置の動作処理を示すフローチャートである。

【図11】ペアとなりうる画像を選別する処理の前半を示すフローチャートである。

【図12】ペアとなりうる画像を選別する処理の後半を示すフローチャートである。

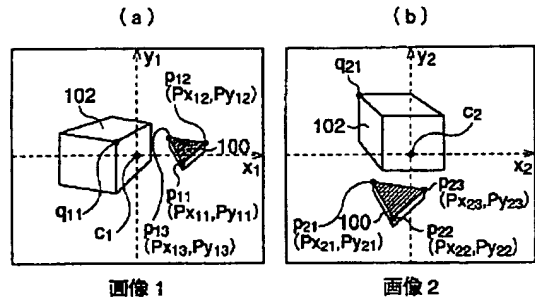
【図13】図11および図12に示す条件式を座標で示した図である。

【図14】最適な画像ペアを選択する処理を示すフローチャートである。

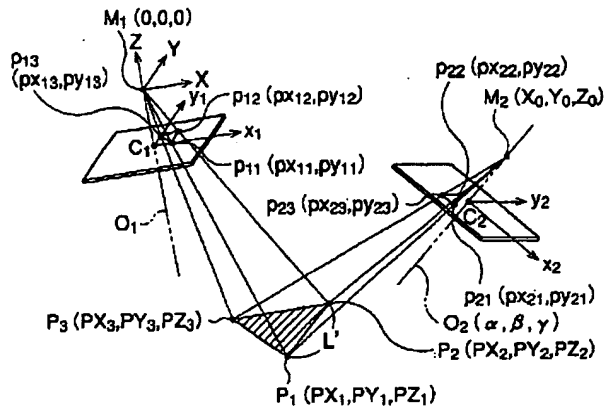
【符号の説明】

- 10 カメラ本体
- 12 撮影光学系
- 16 レリーズボタン
- 20 表示装置
- 30 メモリカード
- 40 データメモリ
- 41 センサ制御回路
- 42、44 加速度センサ
- 47 方位角センサ
- 50 システムコントロール回路

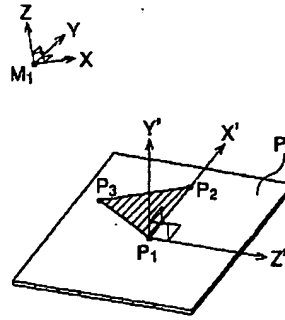
【図2】



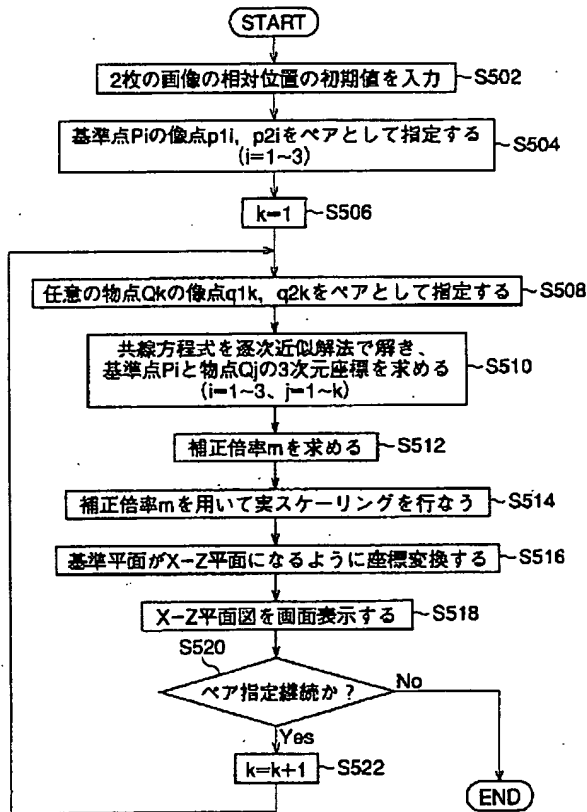
【図 3】



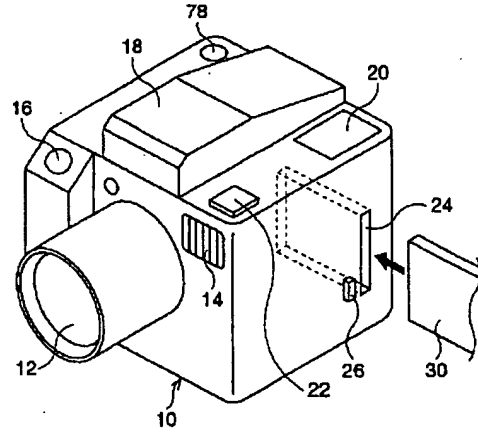
【図 4】



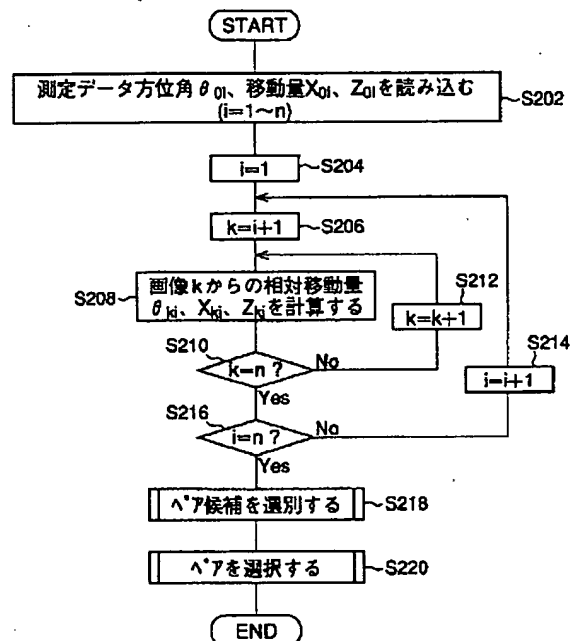
【図 5】

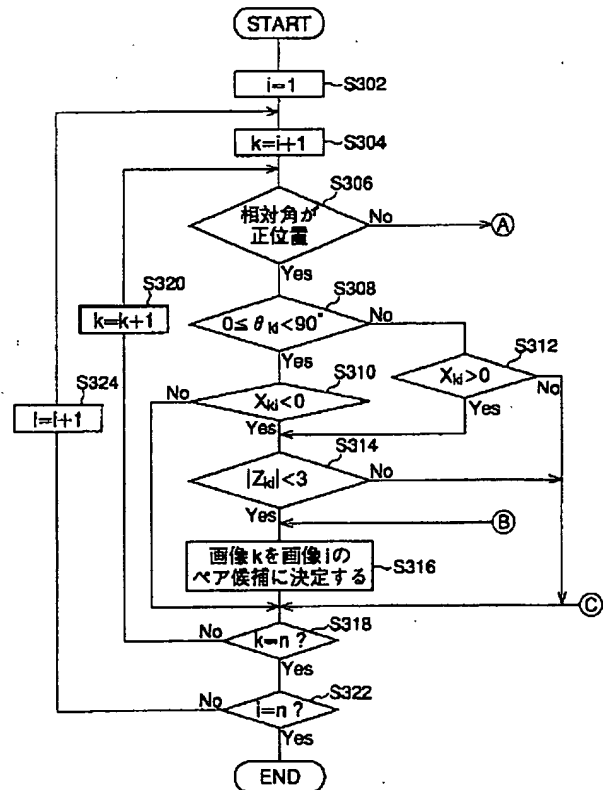


【図 6】

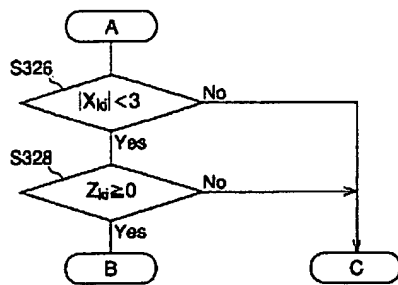


【図 10】

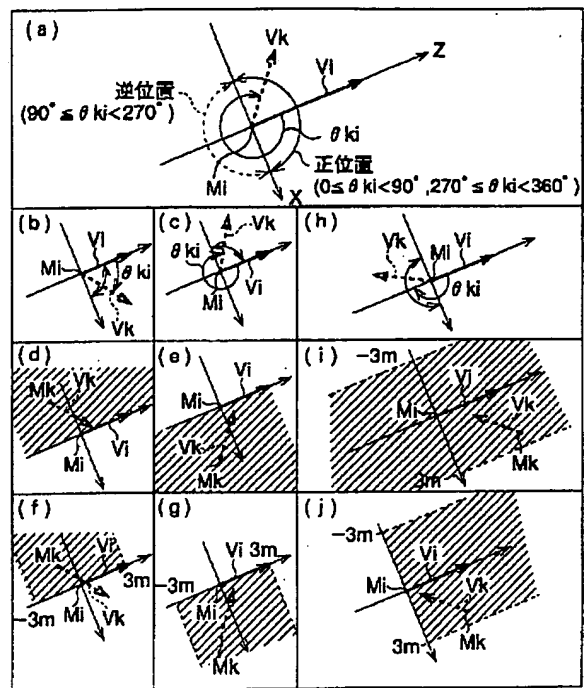




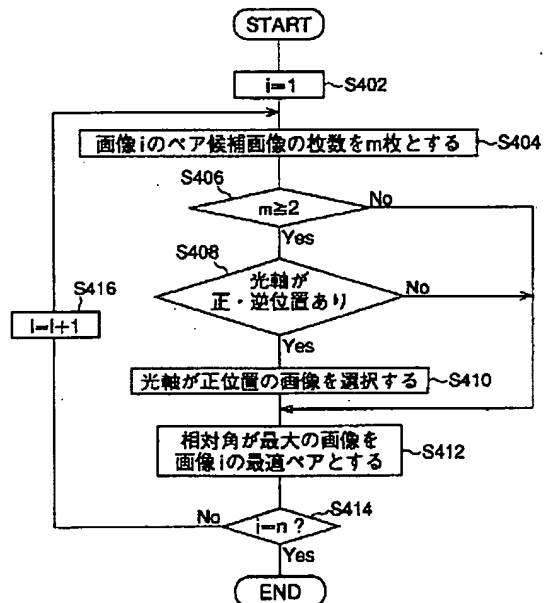
【図 12】



【図 13】



【図 14】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☒ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.